VISIT…

LANZAROTE Caliente.com

8. SISTEME DE POZITIONARE GLOBALA CU SATELITI(GPS).

8.1. Principii de baza.

Dezvoltarea tehnicii militare, în special dupa cel de al II-lea razboi mondial, a condus inevitabil la aparitia necesitatii unei orintari permanente în spatiu. Astfel, avioanele, sau rachetele sau vasele militare aflate în mars pe mare, puteau fi mai usor urmarite si îndrumate daca s-ar fi dispus de un sistem care sa permita determinarea pozitiei lor în orice moment. Datorita distantelor mari fata de bazele de comanda, se impunea conceperea unui sistem global de pozitionare, care sa faca legatura între diversele locuri de pe glob cu alte locuri de pe glob prin intermediul satelitilor. Pentru a putea determina coordonatele vectorilor militari, se impunea realizarea unei retele de puncte de coordonate cunoscute. Daca pentru a determina coordonatele unor puncte de detaliu aflate pe suprafata terestra, a fost creata reteaua geodezica, similar a fost conceputa o “retea de puncte” aflate în spatiu, puncte ce aveau coordonate cunoscute, denumit *Sistem de Pozitionare Globala (G.P.S).*

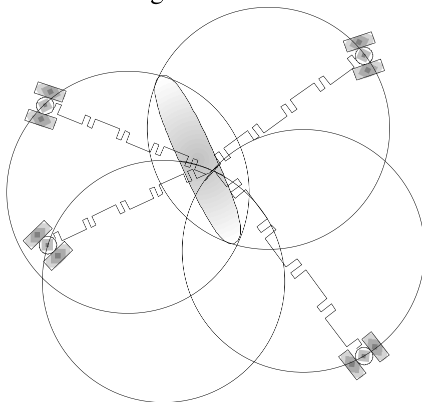


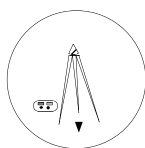
Figura 8.1 - Principiul de functionare GPS.

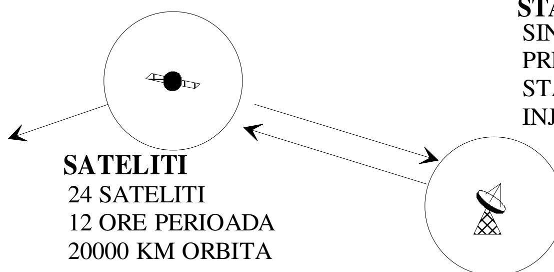
Asa cum am vazut în capitolul referitor la metode de îndesire a retelelor geodezice, prin stationarea unui punct în vederea determinarii coordonatelor lui, avem nevoie de cel putin (matematic) trei puncte de coordonate cunoscute. În mod similar, daca aceste trei puncte sunt situate nu pe suprafata terestra ci pe bolta cereasca, problema pare aparent rezolvabila. Numai ca, datorita distantei mari, punctele de pe bolta vor trebui sa fie “vizibile”. Acest lucru este posibil numai daca aceste puncte vor emite un semnal care sa permita atât identificarea punctului cât si determinarea pozitiei lui la un anumit moment. Pentru a putea ajunge la un receptor terestru, un astfel de semnal are nevoie de un timp, timp în care însa satelitul se deplaseaza si ajunge într-o pozitie cu alte coordonate. Problema timpului necesar pentru a parcurge diatanta de la satelit la receptorul terestru se rezolva prin “vizarea” unui al patrulea satelit (figura 10.1). În ca din faza de început, s-a stabilit ca tema de rezolvat pentru acest sistem de pozitionare, o precizie de 10 cm pentru distante de ordinul a 2000 km.

8.2. Segmentele componente ale sistemului.

Daca principiile de baza au fost aratate mai sus, realizarea practica presupune realizarea unei retele compacte de sateliti, cu o traiectorie de miscare posibil de definit în orice moment. Acest lucru va fi posibil urmarind segmentele ce contribuie la exploatarea sistemului de pozitionare globala.

RECEPTOARE
INREGISTRARI DE COD SI FAZA
CALCULUL POZITIEI
EXTRAGEREA DE MESAJE





SATELITI
24 SATELITI
12 ORE PERIOADA
20000 KM ORBITA

STATII DE CONTROL
SINCRONIZAREA TIMPULUI
PREDICTIA ORBITEI
STAREA SATELITULUI
INJECTAREA DE DATE

Figura 8.2 - Segmente componente ale GPS.

Dupa cum se vede din figura 10.2, sistemul contine atât partea tehnica cât si cea comerciala : satelitii si statiile de urmarire si control au costat suficient de multi bani pentru ca dupa satisfacerea necesitatilor militare, sistemul sa nu produca bani. În prezent el este folosit pentru foarte multe aplicatii civile, iar prin precizia si randamentul lucrarilor pe care îl asigura, sistemul este din ce în ce mai mult folosit în lucrarile de topografie, produsele rezultate fiind extrem de precise.

Aplicatiile sistemului nu sunt numai în domeniul militar si cel al masuratorilor terestre. O serie de firme constructoare de automobile au început sa livreze pe piata masini echipate cu sisteme de pozitionare, atât de performante încât conducatorul indicând punctul de plecare si destinatia, poate capata un traseu optim de urmat care sa fie cel mai scurt, sau cel mai rapid, sau cel cu cele mai mari sanse de evitare a locurilor predispuse blocajelor rutiere. Acelasi sistem echipeaza vehicolele ce participa la raliuri de anduranta, cu trasee ce strabat zone aride, fara puncte de reper, iar prezenta echipamentului GPS asigura o orientare extrem de rapida.

Daca echipamentele descrise mai sus sunt toate stationare pe masinile pe care sunt montate, tehnica a mers mai departe si s-au produs receptoare GPS pentru personal, care pot fi folosite pentru determinarea pozitiei în orice punct cu erori de ordinul a 10-15 metri dupa o receptionare de semnal satelitar ce dureaza 2 minute.

Practic, putem afirma ca în prezent se poate determina pozitia unui obiect oriunde pe glob.

8.2.1. Segmentul spatial.

Pe de alta parte, acesti sateliti vor fi astfel distribuiti încât sa asigure o acoperire uniforma a întregului glob terestru. O astfel de distrubutie presupune existenta a 6 orbite pe care graviteaza câte patru sateliti. Cei 24 de sateliti, împreuna cu traseele lor constituie segmentul spatial al GPS.

Caracteristicile tehnice ale satelitilor din sistemul GPS se refera la:

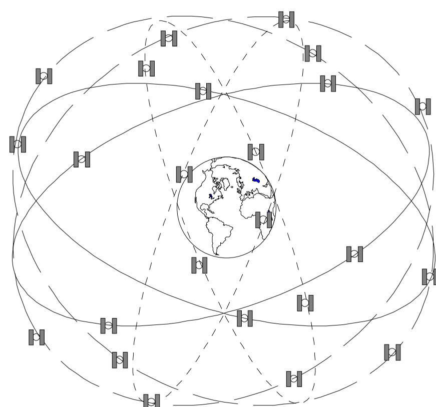


Figura 8.3 - Satelitii GPS.

•altitudine - 20200 km
•perioada - 12 ore
•frecvente - 1575 MHz
- 1228 MHz
•date de navigatie- 4D, X, Y, Z, t
•înregistrare - continua
•precizie - 15m (codul P)
•constelatie de sateliti - 24
•geometrie - repetabila
•ceasul satelitului - rubidium, cesium

Orbitele satelitilor sunt înclinate fata de ecuator cu un unghi de 30°. Unghiul între doi sateliti de pe aceeasi orbita este de 120°, iar unghiul între doua orbite vecine este de 60°. Satelitii GPS au 845 kg si dispun de sisteme de stabilizare a orbitei. Pentru determinarea cu precizie a timpului, sunt folosite oscilatoare din clasa de precizie 10^{-12} - 10^{-13}, pe baza de cesium sau rubidium. În afara frecventei de baza de 10,23 Mhz, sunt folosite alte doua frecvente purtatoare cu valori de :

L_1 = 154 x 10,23 MHz = 1575,42 Mhz
L_2 = 120 x 10,23 MHz = 1227,60 Mhz

fiecare satelit emitând ambele frecvente, folosite semnale de navigatie ca si pentru mesaje de date .

8.2.2. Segmentul de control.

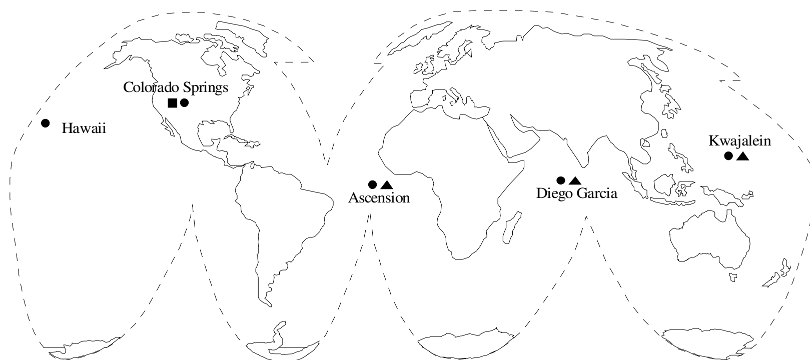


Figura 8.4 - Alcatuirea segmentului de control.

Rolul acestui segment este poate cel mai important din întregul sistem. El este cel ce controleaza satelitii, verifica timpul satelitilor, calculeaza efemeridele (traiectoriile) si corectiile de timp ale satelitilor, precum si datele de navigatie precum si continutul fiecarui mesaj emis de sateliti.

Segmentul se compune dintr-o statie principala (Master Control Station MCS) situata în Colorado Springs, trei statii de monitorizare si antene terestre în Kwajalein, Ascension si Diego Garcia, precum si doua statii de monitorizare în Colorado Springs si Hawaii(figura 10.3).

Statiile de monitorizare receptioneaza semnalele de la sateliti si le trimit la statia centrala împreuna cu datel meteorologice. Aici, informatiile primite sunt preluate si prelucrate, obtinându-se efemeridele si corectiile de ceas astfel ca sa se poata alcatui mesajele satelitare. Aceste date prelucrate se redirectioneaza catre statiile de antene care le retrimit sub forma de mesaje la fiecare satelit în parte.

Statia principala are rolul de a calcula efemeridele satelitilor, pentru ca apoi aceste date sa fie "injectate" în mesajele catre sateliti. Un alt obiectiv este acela de a testa starea de "sanatate" a ficarui satelit, iar în momentul în care, din diverse motive ceva nu este normal cu un satelit, prin mesajele ce acesta le va transmite, va avertiza utilizatorii ca nu este disponibil pentru a putea fi utilizat în masuratori.

8.3. Structura semnalului GPS.

Deoarece în masuratorile cu sateliti este nevoie de informatii foarte precise asupra timpului sI frecventelor, de ordinul a ± 1µs, se impune ca frecventele sa fie deosebit de stabile, cu valori de 1.10-15 s, pe durata mai multor ore. Din acest motiv, singurele dispozitive care pot asigura o astfel de precizie sunt ceasurile atomice. Cum în sistemul international de unitati de masura, secunda de timp este definita ca parte a perioadei de oscilatie a atomului de Cesiu[133], atât statiile terestre cât sI sateliti sunt echipati cu ceasuri pe baza de cesiu (sau ribidiu).

Semnalele folosite la comunicare între sateliti sI statiile terestre, sau între sateliti sI utilizatori, sunt semnale modulate. Vom avea astfel de-a face cu semnale purtatoare, coduri sI date pentru toate informatiile receptionate. Astfel, frecventa de baza este de 10,23 Mhz sI apartine ceasului atomic.Frecventele semnalului purtator sunt doua sI anume L_1 cu valoarea 1575,42 Mhz, ceeace corespunde unei lungimi de unda de 19,05 cm si L_2 cu valoarea 1227,60 Mhz, cu o

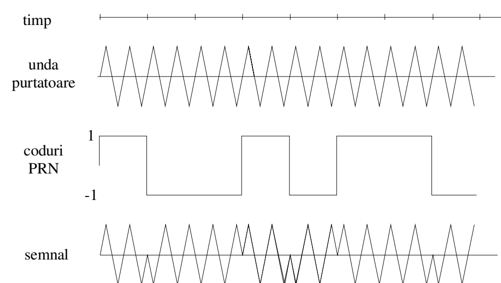


Figura 8.5 - Structura semnalului GPS.

lungime de unda de 24,45 cm. Codurile folosite sunt denumite P, cu o frecventa de 10,23 Mhz, cu o lungime de unda corespunzatoare de 29,31 m sI o ciclicitate de 267 zile, respectiv codul C/A cu aceeasi valoare a frecventei, lungime de unda de 293,1 m sI ciclicitate de 1 milisecunda. Pentru date, frecventa de 50 bps sI durata 30 s.

Structura semnalului emis de satelitii GPS este prezentata în figura 10.5. La sol, semnalele sunt receptionate prin intermediul antenelor, de receptoarele GPS. Daca în masuratorile clasice, se impunea ca între punctele retelei de sprijin sa existe vizibilitate directa, acum se impune ca vizibilitatea sa fie catre sateliti. Pentru a putea fi receptionate, semnalele trebuie sa nu fie perturbate de eventuale obstacole, cum sunt constructiile înalte sau vegetatia. Dar perturbarea semnalului se poate datora sI reflectarii lui de catre sol sau constructiile aflate la oarecare distanta de antena. Pentru a elimina posibilitatea receptionarii unor semnale parazite, antenele sunt prevazute cu un "guler" care ecraneaza semnalele venite de sub linia orizontului sI în plus operatorul are posibilitatea sa seteze unghiul de panta minim peste care se pot observa satelitii. De obicei, se receptioneaza satelitii aflati la peste 15° unghi de panta.

A B

Figura 8.6 - Influenta pozitiei satelitilor asupra PDOP.

În vederea determinarii cu precizie a coordonatelor punctelor prin observatii la sateliti, este necesar ca acestia sa fie dispusi uniform pe bolta cereasca; o conformatie a satelitilor grupati, conduce la rezultate proaste ale determinarilor. Functie de marimile care se vor determina, o serie de coeficienti arata acuratetea determinarilor :

- pentru pozitia orizontala - HDOP
- pentru pozitia verticala - VDOP
- pentru determinari tridimensionale - PDOP
- pentru timp - TDOP

În configuratiile de sateliti din figura 10.6, pentru punctul A vom beneficia de determinari tridimensionale bune, satelitii fiind dispusi sub unghiuri mari unul fata de celalalt, în timp ce determinarile punctului B vor fi mai putin precise.

8.4. Locul tehnologiei GPS în cadrul masuratorilor terestre.

O evaluare corecta a pozitiei masuratorilor GPS în cadrul tehnicilor de masurare a terenului trebuie sa se bazeze pe de o parte pe o analiza atât a posibilitatilor legate de domeniul lungimilor extreme ce se pot determina, pe de alta parte pe preciziile obtinute cu tehnicile respective sI nu în ultimul rând pe criteriul costurilor pentru aparatura sI personal. Aceasta comparatie se poate urmari în figura 10.7.

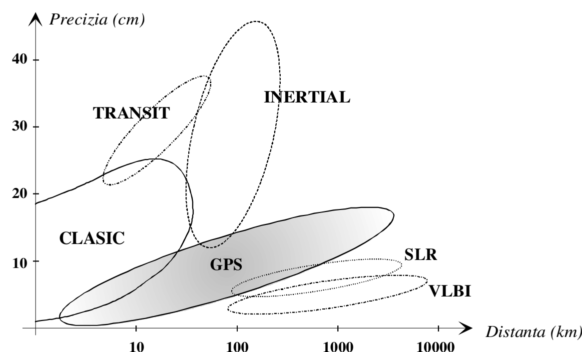


Figura 8.7 - Compararea tehnicilor de masurare.

Metodele clasice permit determinari ce nu depasesc lungimi de 60 km cu precizii de circa 0,25-0,30m. Aproximativ în acelasi domeniu de lungime se înscriu metodele inertiale respectiv metodele tranzit. La cealalta extrema a distantelor se afla interferometria cu baze foarte lungi sau masuratori laser de distante la sateliti. Ambele sunt metode extrem de sofisticate sI costisitoare, greu de utilizat în activitatea cotidiana. Între aceste categorii se situeaza tehnologia GPS, cu posibilitati de masurare atât în domeniul masuratorilor clasice cât sI în cel al distantelor foarte lungi (de ordinul miilor de kilometri). Daca ne raportam la preciziile determinarilor, observam ca domeniul clasic sI cel al GPS sunt comparabile numai în domeniul distantelor mai mici de 15 km, deoarece peste aceasta valoare, tehnica GPS este mult mai precisa. Un alt amanunt care trebuie avut în vedere este cel care se refera la manevrabilitate. Deoarece au fost facuti pasi importanti în domeniul miniaturizarii receptoarelor, practic acestea au devenit extrem de comod de folosit, indiferent de pozitia pe glob sau conditiile de relief.